

Docket No.: 57810-072

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Makoto IZUMI, et al.	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: August 11, 2003	:	Examiner:
	:	
For:		SOLID STATE IMAGE DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. JP2002-234564, filed August 12, 2002

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY



Arthur J. Steiner
Registration No. 26,106

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 AJS:mcw
Facsimile: (202) 756-8087
Date: August 11, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

57810-072

IZUMI et al.

August 11, 2003

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-234564

[ST.10/C]:

[JP2002-234564]

出 願 人

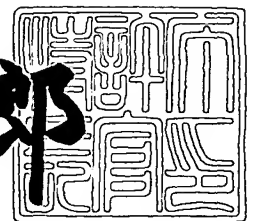
Applicant(s):

三洋電機株式会社

2003年 6月16日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046805

【書類名】 特許願

【整理番号】 NPC1020027

【提出日】 平成14年 8月12日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号
 三洋電機株式会社内

 【氏名】 泉 誠

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号
 三洋電機株式会社内

 【氏名】 沖川 満

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号
 三洋電機株式会社内

 【氏名】 笹田 一弘

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号
 三洋電機株式会社内

 【氏名】 松原 直輝

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号
 三洋電機株式会社内

 【氏名】 小出 辰彦

【特許出願人】

 【識別番号】 000001889

 【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

 【代表者】 桑野 幸徳

【代理人】

【識別番号】 100104433

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮園 博一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 073613

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0001887

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置および固体撮像装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学レンズと、

マイクロレンズを含む固体撮像素子と、

前記光学レンズと、前記固体撮像素子のマイクロレンズとの間に形成された樹脂層とを備えた、固体撮像装置。

【請求項 2】 前記固体撮像素子は、受光部を含み、

前記固体撮像素子のマイクロレンズは、前記受光部および前記受光部の近傍の上方に形成されている、請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記固体撮像素子のマイクロレンズは、前記樹脂層の屈折率よりも大きい屈折率を有する、請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記固体撮像素子のマイクロレンズは、

所定の間隔を隔てて形成され、上に凸の形状を有する第 1 の膜と、

隣接する前記第 1 の膜の間隙を埋め込むように形成され、前記樹脂層の屈折率よりも大きく、かつ、前記第 1 の膜と同等以下の屈折率を有する第 2 の膜とを含む、請求項 3 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 前記固体撮像素子上に形成された凹形状の第 3 の膜をさらに備え、

前記固体撮像素子のマイクロレンズは、

前記第 3 の膜の凹形状部に埋め込まれ、前記第 3 の膜よりも大きい屈折率を有するとともに、下に凸の形状を有する第 4 の膜を含む、請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】 固体撮像素子上に所定の屈折率を有する第 1 の膜を形成する工程と、

前記第 1 の膜上の所定の領域にレジストを形成する工程と、

熱処理を行うことによって、前記レジストを上凸の形状にする工程と、

前記レジストと前記第 1 の膜とを同時にエッチングすることによって、前記上に凸の形状のレジストの形状を反映した上に凸の形状の第 1 の膜を形成する工程

と、

前記上に凸の形状の第 1 の膜を含む固体撮像素子と、光学レンズとを、前記第 1 の膜よりも屈折率の小さい樹脂層により接着する工程とを備えた、固体撮像装置の製造方法。

【請求項 7】 前記樹脂層により接着する工程に先立って、隣接する前記第 1 の膜の間隙を埋め込むように、前記樹脂層の屈折率よりも大きく、かつ、前記第 1 の膜と同等以下の屈折率を有する第 2 の膜を形成する工程をさらに備える、請求項 6 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 8】 固体撮像素子上の所定の領域に柱状部を形成する工程と、前記柱状部を覆うように、膜材料を塗布することによって、凹形状の塗布膜を形成する工程と、

前記塗布膜の凹形状部を埋め込むように、前記塗布膜よりも大きい屈折率を有する下に凸の形状を有するレンズ膜を形成する工程と、

前記下に凸の形状のレンズ膜を含む固体撮像素子と、光学レンズとを、樹脂層により接着する工程とを備えた、固体撮像装置の製造方法。

【請求項 9】 前記柱状部の上部の幅は、下部の幅よりも小さい、請求項 8 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、固体撮像装置および固体撮像装置の製造方法に関し、特に、光電変換機能を有する固体撮像素子を含む固体撮像装置および固体撮像装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、光電変換機能を有する固体撮像素子を備えた固体撮像装置が知られている。図 2 1 は、従来の固体撮像装置の全体構成を示した概略図である。図 2 2 は、図 2 1 に示した従来の固体撮像装置の固体撮像素子部の断面図である。まず、図 2 1 および図 2 2 を参照して、従来の固体撮像装置の構造について説明する。

【 0 0 0 3 】

従来の固体撮像装置では、図 2 1 に示すように、固体撮像素子 1 0 3 の上方に、屈折率が 1 である空気層 1 0 5 を介して、被写体からの反射光を集光するための光学レンズ 1 0 4 が設けられている。

【 0 0 0 4 】

また、固体撮像素子 1 0 3 の具体的な構造としては、図 2 2 に示すように、S i 基板 1 0 6 の所定領域に、入射された光を信号電荷に変換する光電変換機能を有する受光部 1 0 7 が形成されている。受光部 1 0 7 が形成された S i 基板 1 0 6 上には、層間絶縁膜 1 0 8 が形成されている。層間絶縁膜 1 0 8 上の所定領域には、遮光膜 1 0 9 が形成されている。この遮光膜 1 0 9 は、所定領域に光が入射するのを防止する機能を有する。そして、遮光膜 1 0 9 および層間絶縁膜 1 0 8 を覆うように、層間絶縁膜 1 1 0 が形成されている。層間絶縁膜 1 1 0 上には、上に凸の形状を有する凸部 1 1 1 a と平坦部 1 1 1 b とを有する樹脂膜 1 1 1 が形成されている。この樹脂膜 1 1 1 は、約 1. 5 の屈折率を有する。そして、樹脂膜 1 1 1 の凸部 1 1 1 a は、光を集光するマイクロレンズとしての機能を有する。すなわち、光学レンズ 1 0 4 （図 2 1 参照）を通して空気層 1 0 5 に入射した光は、空気層 1 0 5 の屈折率（1. 0）よりも樹脂膜 1 1 1 の屈折率（約 1. 5）が大きいいため、樹脂膜 1 1 1 の凸部 1 1 1 a の表面で内側に屈折される。これにより、樹脂膜 1 1 1 の凸部 1 1 1 a に入射する光は、受光部 1 0 7 に集光される。

【 0 0 0 5 】

ところで、近年、固体撮像装置が搭載される携帯機器などの小型化に伴って、固体撮像素子の小型化が要求されている。しかしながら、図 2 1 に示した従来の固体撮像装置では、固体撮像素子 1 0 3 と光学レンズ 1 0 4 とが空気層 1 0 5 を介して別々に設けられているため、固体撮像素子 1 0 3 と光学レンズ 1 0 4 とを含む固体撮像装置を小型化するのが困難であった。

【 0 0 0 6 】

そこで、従来、固体撮像装置の小型化を図るために、固体撮像素子と光学レンズとを樹脂層を介して接着することにより、固体撮像素子と光学レンズとを一体

化した固体撮像装置が提案されている。

【0007】

・【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の提案された固体撮像装置では、約1.5の屈折率を有する樹脂層を、固体撮像素子と光学レンズとを接着するために使用していた。この場合、従来のマイクロレンズとして機能する約1.5の屈折率を有する樹脂膜を固体撮像素子上に形成したとしても、接着剤としての樹脂層の屈折率（約1.5）と、マイクロレンズとして機能する樹脂膜の屈折率（約1.5）とがほぼ同じであるため、樹脂層からマイクロレンズとしての樹脂膜に入射する光を屈折させるのが困難であるという不都合があった。このため、従来の提案された固体撮像装置では、固体撮像素子上にマイクロレンズを形成せずに、固体撮像素子と光学レンズとを、接着剤としての樹脂層を介して接着していた。その結果、光学レンズと固体撮像素子とを一体化した場合に、高い集光能力を有する固体撮像装置を得るのが困難であるという問題点があった。

【0008】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、

この発明の1つの目的は、光学レンズと固体撮像素子とを一体化した場合でも、高い集光能力を得ることが可能な固体撮像装置を提供することである。

【0009】

この発明のもう1つの目的は、光学レンズと固体撮像素子とを一体化した場合でも、高い集光能力の固体撮像装置を容易に形成することが可能な固体撮像装置の製造方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、この発明の第1の局面による固体撮像装置は、光学レンズと、マイクロレンズを含む固体撮像素子と、光学レンズと固体撮像素子のマイクロレンズとの間に形成された樹脂層とを備える。なお、本発明における樹脂層は、有機系の高分子のみならず、無機SOGおよびSi系高分子などを含む広い概念である。

【 0 0 1 1 】

この第 1 の局面による固体撮像装置では、上記のように、光学レンズと固体撮像素子との間に樹脂層が形成された構造において、固体撮像素子上にマイクロレンズを設けることによって、そのマイクロレンズを樹脂層からの光を屈折可能なように構成すれば、固体撮像素子と光学レンズとの間に樹脂層を形成したとしても、樹脂層からマイクロレンズに入射する光を屈折させることができる。これにより、樹脂層からマイクロレンズに入射する光を集光することができる。その結果、高い集光能力を有する固体撮像装置を得ることができる。

【 0 0 1 2 】

上記第 1 の局面による固体撮像装置において、好ましくは、固体撮像素子は、受光部を含み、固体撮像素子のマイクロレンズは、受光部および受光部の近傍の上方に形成されている。このように構成すれば、受光部の上方から入射する光だけでなく、受光部の近傍の上方から入射する光もマイクロレンズにより集光することができるので、より集光効率を向上させることができる。

【 0 0 1 3 】

上記第 1 の局面による固体撮像装置において、好ましくは、固体撮像素子のマイクロレンズは、樹脂層の屈折率よりも大きい屈折率を有する。このように構成すれば、容易に、樹脂層からマイクロレンズに入射する光を内側に屈折させることができるので、受光部に容易に光を集光することができる。

【 0 0 1 4 】

上記第 1 の局面による固体撮像装置において、好ましくは、固体撮像素子のマイクロレンズは、所定の間隔を隔てて形成され、上に凸の形状を有する第 1 の膜と、隣接する第 1 の膜の間隙を埋め込むように形成され、樹脂層の屈折率よりも大きく、かつ、第 1 の膜と同等以下の屈折率を有する第 2 の膜とを含む。このように構成すれば、隣接する第 1 の膜の間隙の上方から入射する光を第 2 の膜に入射させることができる。この際、隣接する第 1 の膜の間隙の上方から第 2 の膜に入射する光は、樹脂層の屈折率よりも第 2 の膜の屈折率が大きいため、内側に屈折する。これにより、第 1 の膜の上方から入射する光のみならず、隣接する第 1 の膜の間隙の上方から入射する光も、第 2 の膜を介して受光部に集光することが

できるので、集光効率をより向上させることができる。また、第2の膜を樹脂層の屈折率と第1の膜の屈折率との中間の屈折率を有するようにすれば、第2の膜により樹脂層と第1の膜との間の屈折率差を緩和することができる。これにより、屈折率差が大きいことに起因して、樹脂層から第1の膜に入射する光の反射量が多くなるのを抑制することができるので、集光効率が低下するのを抑制することができる。

【 0 0 1 5 】

上記第1の局面による固体撮像装置において、好ましくは、固体撮像素子上に形成された凹形状の第3の膜をさらに備え、固体撮像素子のマイクロレンズは、第3の膜の凹形状部に埋め込まれ、第3の膜よりも大きい屈折率を有するとともに、下に凸の形状を有する第4の膜を含む。このように構成すれば、第4の膜の屈折率が第3の膜の屈折率よりも大きいため、第4の膜と第3の膜との境界面である第4の膜の下に凸の表面で光を内側に屈折させることができるので、樹脂層と第4の膜とで屈折率差を設ける必要がない。これにより、第4の膜の屈折率を考慮することなく、樹脂層の材料を選択することができるので、樹脂層の材料の選択の自由度を拡大することができる。

【 0 0 1 6 】

この発明の第2の局面による固体撮像装置の製造方法は、固体撮像素子上に所定の屈折率を有する第1の膜を形成する工程と、第1の膜上の所定の領域にレジストを形成する工程と、熱処理を行うことによって、レジストを上凸の形状にする工程と、レジストと第1の膜とを同時にエッチングすることによって、上凸の形状のレジストの形状を反映した上凸の形状の第1の膜を形成する工程と、上凸の形状の第1の膜を含む固体撮像素子と、光学レンズとを、第1の膜よりも屈折率の小さい樹脂層により接着する工程とを備える。

【 0 0 1 7 】

この第2の局面による固体撮像装置の製造方法では、上記のように、固体撮像素子上に形成された第1の膜を上凸の形状にした後に、第1の膜を含む固体撮像素子と光学レンズとを第1の膜よりも屈折率の小さい樹脂層により接着することによって、固体撮像素子と光学レンズとを接着剤としての樹脂層を介して接着

したとしても、樹脂層からマイクロレンズとして機能する第1の膜に入射する光を内側に屈折させることができる。これにより、樹脂層からマイクロレンズに入射する光を受光部に集光することができるので、高い集光能力を有する固体撮像装置を容易に形成することができる。

【 0 0 1 8 】

上記第2の局面による固体撮像装置の製造方法において、好ましくは、樹脂層により接着する工程に先立って、隣接する第1の膜の間隙を埋め込むように、樹脂層の屈折率よりも大きく、かつ、第1の膜と同等以下の屈折率を有する第2の膜を形成する工程をさらに備える。このように構成すれば、隣接する第1の膜の間隙の上方から入射する光を第2の膜に入射させることができる。この際、隣接する第1の膜の間隙の上方から第2の膜に入射する光は、樹脂層の屈折率よりも第2の膜の屈折率が大きいため、内側に屈折する。これにより、第1の膜の上方から入射する光のみならず、隣接する第1の膜の間隙の上方から入射する光も、第2の膜を介して受光部に集光することができるので、集光効率をより向上させることができる。また、第2の膜を樹脂層の屈折率と第1の膜の屈折率との中間の屈折率を有するようにすれば、第2の膜により樹脂層と第1の膜との間の屈折率差を緩和することができる。これにより、屈折率差が大きいことに起因して、樹脂層から第1の膜に入射する光の反射量が多くなるのを抑制することができるので、集光効率が低下するのを抑制することができる。

【 0 0 1 9 】

この発明の第3の局面による固体撮像装置の製造方法は、固体撮像素子上の所定の領域に柱状部を形成する工程と、柱状部を覆うように、膜材料を塗布することによって、凹形状の塗布膜を形成する工程と、塗布膜の凹形状部を埋め込むように、塗布膜よりも大きい屈折率を有する下に凸の形状を有するレンズ膜を形成する工程と、下に凸の形状のレンズ膜を含む固体撮像素子と、光学レンズとを、樹脂層により接着する工程とを備える。なお、本発明における柱状部は、柱状のもののみならず、壁状のものも含む広い概念である。

【 0 0 2 0 】

この第3の局面による固体撮像装置の製造方法では、上記のように、固体撮像

素子上に凹形状の塗布膜を形成するとともに、塗布膜の凹形状部を埋め込むように、塗布膜よりも大きい屈折率を有する下に凸の形状を有するレンズ膜を形成した後に、レンズ膜を含む固体撮像素子と光学レンズとを樹脂層により接着することによって、固体撮像素子と光学レンズとを接着剤としての樹脂層を介して接着したとしても、レンズ膜の屈折率が塗布膜の屈折率よりも大きいため、レンズ膜と塗布膜との境界面であるレンズ膜の下に凸の表面で光を内側に屈折させることができる。これにより、樹脂層とレンズ膜とで屈折率差を設ける必要がない。その結果、レンズ膜の屈折率を考慮することなく、樹脂層の材料を選択することができるので、樹脂層の材料の選択の自由度を拡大することができる。

【 0 0 2 1 】

上記第3の局面による固体撮像装置の製造方法において、好ましくは、柱状部の上部の幅は、下部の幅よりも小さい。このように構成すれば、隣接する下に凸のレンズ膜間の間隔を小さくすることができるので、その分、レンズ膜の下に凸の表面の長さが大きくなる。これにより、レンズ膜の面積を大きくすることができるので、集光効率をより向上させることができる。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【 0 0 2 3 】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態による固体撮像装置を示した概略斜視図である。図2は、図1に示した第1実施形態による固体撮像装置の固体撮像素子周辺の断面図である。まず、図1および図2を参照して、第1実施形態による固体撮像装置の構造について説明する。

【 0 0 2 4 】

第1実施形態では、図1に示すように、SiP (System in Package) 基板1上に、ドライバなどの周辺回路2および固体撮像素子3が組み込まれている。固体撮像素子3上には、接着剤としての樹脂層5を介して、被写体からの反射光を集光するための光学レンズ4が一体的に形成されている。この

樹脂層 5 は、約 1 mm ～ 約 2 mm の厚みを有するエポキシ樹脂からなるとともに、約 1. 5 の屈折率を有する。

【 0 0 2 5 】

また、固体撮像素子 3 の具体的な構造としては、図 2 に示すように、S i 基板 6 の所定領域に、入射された光を信号電荷に変換する光電変換機能を有する受光部 7 が形成されている。受光部 7 が形成された S i 基板 6 上には、約 0. 6 μ m の厚みを有する S i O₂ からなる層間絶縁膜 8 が形成されている。この S i O₂ からなる層間絶縁膜 8 は、約 1. 4 6 の屈折率を有する。そして、層間絶縁膜 8 上の所定領域には、約 1 5 0 n m (約 0. 1 5 μ m) の厚みを有する A l からなる遮光膜 9 が形成されている。この遮光膜 9 は、所定領域に光が入射するのを防止する機能を有する。そして、遮光膜 9 および層間絶縁膜 8 を覆うように、約 1. 7 μ m の厚みを有する S i O₂ からなる層間絶縁膜 1 0 が形成されている。この S i O₂ からなる層間絶縁膜 1 0 は、約 1. 4 6 の屈折率を有する。

【 0 0 2 6 】

ここで、第 1 実施形態では、図 2 に示すように、層間絶縁膜 1 0 上に、上に凸の形状を有する凸部 1 1 a と、平坦部 1 1 b とを有する S i N 膜 1 1 が形成されている。この S i N 膜 1 1 の凸部 1 1 a は、受光部 7 の上方および遮光膜 9 の一部領域の上方に配置されているとともに、平坦部 1 1 b からの高さが約 1. 5 2 μ m で、かつ、約 2. 8 2 μ m の曲率半径を有する。そして、S i N 膜 1 1 の平坦部 1 1 b は、遮光膜 9 の一部領域の上方に配置されているとともに、約 0. 2 μ m の幅で約 0. 3 μ m の厚みを有する。この S i N 膜 1 1 は、約 2. 0 5 の屈折率を有する。そして、S i N 膜 1 1 上には、約 0. 1 μ m の厚みを有する S i N 膜 1 2 が、S i N 膜 1 1 の平坦部 1 1 b を埋め込むように形成されている。この S i N 膜 1 2 は、約 2. 0 5 の屈折率を有する。そして、S i N 膜 1 1 および S i N 膜 1 2 は、光を集光するマイクロレンズとしての機能を有する。なお、S i N 膜 1 1 は、本発明の「マイクロレンズ」および「第 1 の膜」の一例であり、S i N 膜 1 2 は、本発明の「マイクロレンズ」および「第 2 の膜」の一例である。

【 0 0 2 7 】

そして、SiN膜12上には、約1.5の屈折率を有するエポキシ樹脂からなる接着剤としての樹脂層5を介して、光学レンズ4が一体的に形成されている。

【0028】

第1実施形態では、上記のように、光学レンズ4が樹脂層5により接着された固体撮像素子3の受光部7上に、樹脂層5の屈折率（約1.5）よりも大きい屈折率（約2.05）を有するマイクロレンズとしてのSiN膜11および12を設けることによって、固体撮像素子3と光学レンズ4とを約1.5の屈折率を有する接着剤としての樹脂層5を介して接着したとしても、樹脂層5からマイクロレンズとしてのSiN膜11および12に入射する光を内側に屈折させることができる。これにより、樹脂層5からマイクロレンズとしてのSiN膜11および12に入射する光を受光部7に集光することができるので、高い集光能力を有する光学レンズ一体型の固体撮像装置を得ることができる。

【0029】

また、第1実施形態では、上記のように、SiN膜11上に、SiN膜11の受光部7の近傍の上方に配置された平坦部11bを埋め込むように、SiN膜12を形成することによって、SiN膜11の平坦部11bの上方から入射する光をSiN膜12に入射させることができる。この際、SiN膜11の平坦部11bの上方からSiN膜12に入射する光は、樹脂層5の屈折率（約1.5）よりもSiN膜12の屈折率（約2.05）が大きいため、内側に屈折する。これにより、SiN膜11の凸部11aの上方から入射する光のみならず、SiN膜11の平坦部11bの上方から入射する光も、SiN膜12を介して、受光部7に入射させることができる。その結果、集光効率をより向上させることができる。

【0030】

図3～図8は、図1に示した第1実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。図9は、図1に示した第1実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための概略斜視図である。次に、図1～図9を参照して、第1実施形態による固体撮像装置の製造方法について説明する。

【0031】

まず、図3に示すように、受光部7が形成されたSi基板6上に、約0.6 μ

mの厚みを有するSiO₂からなる層間絶縁膜8を形成する。そして、層間絶縁膜8上の所定領域に、約150nmの厚みを有するAlからなる遮光膜9を形成する。その後、遮光膜9および層間絶縁膜8を覆うように、約1.7μmの厚みを有するSiO₂からなる層間絶縁膜10を形成する。この後、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法を用いて、層間絶縁膜10上に、約2.5μmの厚みを有するSiN膜11を形成する。

【0032】

次に、図4に示すように、SiN膜11上に、約2μmの厚みを有するレジスト13を塗布する。

【0033】

次に、図5に示すように、リソグラフィ技術を用いて、レジスト13を、約4.8μmの幅にするとともに、隣接するレジスト13間の距離を、約0.4μmの間隔にする。その後、アッシングを行うことによって、隣接するレジスト13間のSiN膜11上に薄く残ったレジスト部分（図示せず）を除去する。このアッシングの条件としては、O₃ガスを用いて、約1気圧で約200℃～約400℃の温度で、約5秒～約30秒間行う。この後、約150℃で約30分間の熱処理を行うことによって、レジスト13の流動性を向上させる。これにより、レジスト13は、図6に示すように、表面張力により上に凸の形状を有するレジスト13aになる。

【0034】

そして、この上に凸の形状のレジスト13aとSiN膜11とを同時にエッチングすることによって、図7に示すように、レジスト13aの上に凸の形状を反映した上に凸の形状を有するSiN膜11を形成する。具体的には、SiN膜11を、曲率半径が約2.82μmで、かつ、平坦部11bからの高さが約1.52μmの上に凸の形状の凸部11aと、約0.2μmの幅で約0.3μmの厚みを有する平坦部11bとを有する形状に加工する。このエッチング時には、酸素ガスを増量することによって、レジスト13aに対するアッシングも同時に行われるので、このエッチング時に、レジスト13aは除去される。なお、具体的なエッチング条件としては、ガス圧力：約19.95Pa～約39.9Pa、ガス

: CHF_3 ガス (約 0 ml/s ~ 約 15 ml/s)、 CF_4 ガス (約 60 ml/s ~ 約 100 ml/s)、Ar ガス (約 600 ml/s ~ 約 900 ml/s) および O_2 ガス (約 25 ml/s ~ 約 35 ml/s)、高周波電力: 約 120 W ~ 約 200 W である。

【0035】

次に、図8に示すように、CVD法を用いて、凸部11aと平坦部11bとを有するSiN膜11上に、SiN膜11の平坦部11bを埋め込むように、約 $0.1 \mu\text{m}$ の厚みを有するSiN膜12を形成する。なお、図8に示すように、SiN膜12の表面には、平坦部が形成されないようにするのが好ましい。これにより、マイクロレンズとしてのSiN膜11および12を有する固体撮像素子3が形成される。

【0036】

最後に、図9に示すように、SiP基板1上に、ドライバなどの周辺回路2および図8に示した固体撮像素子3を組み込む。そして、図1および図2に示したように、固体撮像素子3と光学レンズ4とを、約 1 mm ~ 約 2 mm の厚みを有するエポキシ樹脂 (屈折率: 約 1.5) からなる接着剤としての樹脂層5を介して一体的に接着する。このようにして、第1実施形態による固体撮像装置が形成される。

【0037】

(第2実施形態)

図10は、本発明の第2実施形態による固体撮像装置の固体撮像素子周辺の断面図である。この第2実施形態では、上記第1実施形態と異なり、マイクロレンズとして機能する下に凸の形状を有するSiN膜が形成された固体撮像素子について説明する。なお、第2実施形態のマイクロレンズ部以外の構造は、第1実施形態と同様である。

【0038】

この第2実施形態では、図10に示すように、固体撮像素子23上に、接着剤としての樹脂層25を介して、被写体からの反射光を集光するための光学レンズ24が一体的に形成されている。この樹脂層25は、約 1 mm ~ 約 2 mm の厚み

を有するエポキシ樹脂からなるとともに、約 1.5 の屈折率を有する。

【0039】

また、固体撮像素子 23 の具体的な構造としては、図 10 に示すように、Si 基板 26 の所定領域に、入射された光を信号電荷に変換する光電変換機能を有する受光部 27 が形成されている。受光部 27 が形成された Si 基板 26 上には、約 $0.6\ \mu\text{m}$ の厚みを有する SiO_2 からなる層間絶縁膜 28 が形成されている。この SiO_2 からなる層間絶縁膜 28 は、約 1.46 の屈折率を有する。そして、層間絶縁膜 28 上の所定領域には、約 $150\ \text{nm}$ (約 $0.15\ \mu\text{m}$) の厚みを有する Al からなる遮光膜 29 が形成されている。この遮光膜 29 は、所定領域に光が入射するのを防止する機能を有する。そして、遮光膜 29 および層間絶縁膜 28 を覆うように、約 $1.7\ \mu\text{m}$ の厚みを有する SiO_2 からなる層間絶縁膜 30 が形成されている。この SiO_2 からなる層間絶縁膜 30 は、約 1.46 の屈折率を有する。

【0040】

ここで、第 2 実施形態では、図 10 に示すように、層間絶縁膜 30 上の無感度領域に、 SiO_2 からなる柱状部 31 が形成されている。この柱状部 31 は、約 $0.13\ \mu\text{m}$ の幅と約 $2.5\ \mu\text{m}$ の高さとを有するとともに、隣接する柱状部 31 間の距離が、約 $5\ \mu\text{m}$ の間隔になるように、平面的に見て格子状に形成されている。また、柱状部 31 は、上部と下部とで同じ幅を有する長形状に形成されている。また、層間絶縁膜 30 の上面と柱状部 31 の側面とを覆うように、凹形状の SOG 膜 32 が形成されている。この SOG 膜 32 は、約 1.4 の屈折率を有する。また、SOG 膜 32 の平坦部 32a は、受光部 27 の上方に配置されているとともに、約 $2\ \mu\text{m}$ の幅で約 $0.5\ \mu\text{m}$ の厚みを有する。そして、SOG 膜 32 の曲面部 32b は、遮光膜 29 の近傍の上方に配置されているとともに、約 $2.3\ \mu\text{m}$ の曲率半径を有する。そして、SOG 膜 32 の平坦部 32a および曲面部 32b からなる凹形状部には、約 $2\ \mu\text{m}$ の厚みを有する SiN 膜 33 が埋め込まれている。これにより、この SiN 膜 33 は、下に凸の形状を有することになる。この下に凸の形状を有する SiN 膜 33 は、約 2.05 の屈折率を有する。また、SiN 膜 33 の凸形状の下面は、光を集光するマイクロレンズとしての

機能を有する。なお、SOG膜32は、本発明の「塗布膜」および「第3の膜」の一例であり、SiN膜33は、本発明の「マイクロレンズ」、「第4の膜」および「レンズ膜」の一例である。

【0041】

第2実施形態では、上記のように、固体撮像素子23の受光部27上に、凹形状のSOG膜32と、SOG膜32の屈折率（約1.4）よりも大きい屈折率（約2.05）を有するとともに、SOG膜32の凹形状部を埋め込むように形成された下に凸の形状を有するSiN膜33とを設けることによって、固体撮像素子23と光学レンズ24とを、約1.5の屈折率を有する接着剤としての樹脂層25を介して接着したとしても、マイクロレンズとしてのSiN膜33からSOG膜32に入射する光を、SiN膜33とSOG膜32との境界面であるSiN膜33の下に凸の表面（下面）で内側に屈折させることができる。これにより、下に凸の形状のSiN膜33からSOG膜32に入射する光を集光することができるので、高い集光能力を有する固体撮像装置を形成することができる。

【0042】

また、第2実施形態では、SiN膜33とSOG膜32との境界面であるSiN膜33の下面で光を屈折させることができるので、樹脂層25とSiN膜33とで屈折率差を設ける必要がない。これにより、SiN膜33の屈折率を考慮することなく、樹脂層の材料を選択することができるので、樹脂層の材料の選択の自由度を拡大することができる。

【0043】

図11～図19は、図10に示した第2実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図および平面図である。次に、図10～図19を参照して、第2実施形態による固体撮像装置の製造方法について説明する。

【0044】

まず、図11に示すように、受光部27が形成されたSi基板26上に、約0.6 μ mの厚みを有するSiO₂からなる層間絶縁膜28を形成する。次に、層間絶縁膜28上の所定領域に、約150nmの厚みを有するAlからなる遮光膜29を形成する。その後、遮光膜29および層間絶縁膜28を覆うように、約1

。7 μm の厚みを有する SiO_2 からなる層間絶縁膜30を形成する。この後、CVD法を用いて、層間絶縁膜30上に、約2.5 μm の厚みを有する SiO_2 膜31aを形成する。

【0045】

次に、図12に示すように、 SiO_2 膜31a上に、レジスト34を塗布する。そして、図13および図14に示すように、リソグラフィ技術を用いて、レジスト34を、約0.13 μm の幅にするとともに、隣接するレジスト34間の距離を、約5 μm の間隔に加工する。

【0046】

次に、図15および図16に示すように、レジスト34をマスクとして SiO_2 膜31aをエッチングすることによって、約0.13 μm の幅で約2.5 μm の高さを有する平面的に見て格子状の柱状部31を形成する。この柱状部31は、隣接する柱状部31間の距離が、約5 μm の間隔になるように形成する。この後、レジスト34を除去する。

【0047】

次に、図17に示すように、スピコート法を用いて、層間絶縁膜30上に、柱状部31の側面を覆うように、SOG膜32を塗布することによって、凹形状のSOG膜32を形成する。この際、SOG膜32の平坦部32aを、約2 μm の幅と約0.5 μm の厚みとを有するように形成するとともに、曲面部32bを、約2.3 μm の曲率半径に形成する。

【0048】

次に、図18に示すように、CVD法を用いて、SOG膜32の凹形状部を埋め込むとともに、全体を覆うように、約3 μm の厚みを有する SiN 膜33を形成する。その後、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 法を用いて、 SiN 膜33の上面を研磨することによって、 SiN 膜33の上面を平坦化するとともに、 SiN 膜33の上面が柱状部31の上面とほぼ等しくなるようにする。具体的には、 SiN 膜33の厚みが、約2 μm になるまで研磨する。これにより、マイクロレンズとして機能する下に凸の形状を有する SiN 膜33を含む固体撮像素子23が形成される。

【 0 0 4 9 】

最後に、S i P基板（図示せず）上に、固体撮像素子23と周辺回路（図示せず）とを組み込む。そして、図10に示したように、固体撮像素子23と光学レンズ24とを、約1mm～約2mmの厚みを有するエポキシ樹脂からなる接着剤としての樹脂層25を介して一体的に接着する。このようにして、第2実施形態による固体撮像装置が形成される。

【 0 0 5 0 】

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【 0 0 5 1 】

たとえば、上記第1および第2実施形態では、S i N膜11、12および33をマイクロレンズとして用いるようにしたが、本発明はこれに限らず、他の高屈折率材料からなる膜をマイクロレンズとして用いるようにしてもよい。この場合、高屈折率材料は、約1.8以上の屈折率を有するのが好ましい。高屈折率材料としては、たとえば、酸化チタン（屈折率：約2.76）、チタン酸鉛（屈折率：約2.7）、チタン酸カリウム（屈折率：約2.68）、酸化チタンアナターゼ（屈折率：約2.52）、酸化ジルコン（屈折率：約2.4）、硫化亜鉛（屈折率：約2.37～約2.43）、酸化アンチモン（屈折率：約2.09～約2.29）、酸化亜鉛（屈折率：約2.01～約2.03）および鉛白（屈折率：約1.94～約2.09）などが考えられる。

【 0 0 5 2 】

また、上記第1実施形態では、樹脂層5とS i N膜11との間に、S i N膜11と同一の材料からなるS i N膜12を形成するようにしたが、本発明はこれに限らず、樹脂層5の屈折率よりも大きく、かつ、下側のS i N膜11の屈折率よりも小さい屈折率を有する膜を形成するようにしてもよい。たとえば、樹脂層が約1.5の屈折率で、下側の膜が約2.05の屈折率を有するS i N膜の場合には、樹脂層と下側の膜との間に、約1.8～約1.9の屈折率を有するS i O N

膜を形成することが考えられる。この場合、S i O N膜により樹脂層とS i N膜との間の屈折率差を緩和することができる。これにより、屈折率差が大きいことに起因して、樹脂層からS i N膜に入射する光の反射量が多くなるのを抑制することができるので、集光効率が低下するのを抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

また、上記第1実施形態では、約 $2.82\mu\text{m}$ の曲率半径を有するS i N膜11を形成するようにしたが、本発明はこれに限らず、他の曲率半径を有する膜を形成するようにしてもよい。この場合、膜の曲率半径を小さくすれば、集光効率をより向上することができる。また、膜の曲率半径を大きくしたとしても、膜の下面上に形成される層間膜の厚みを大きくすれば、集光効率の低下を抑制することができる。

【 0 0 5 4 】

また、上記第1実施形態では、レジスト13aをマスクとして、S i N膜11をエッチングする前に、レジスト13a間のS i N膜11上の薄く残ったレジストをアッシングにより除去するようにしたが、本発明はこれに限らず、エッチングの後に残ったレジストをアッシングするようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

また、上記第2実施形態では、上部層間膜30上に、約 $2\mu\text{m}$ の幅の平坦部32aを有する凹形状のS O G膜32を形成するようにしたが、本発明はこれに限らず、他の幅の平坦部を有する凹形状の膜を形成するようにしてもよい。この場合、スピコート法を用いれば、平坦部の幅を $4\mu\text{m}$ と広くしたとしても、曲面部の曲率半径が変わることはない。

【 0 0 5 6 】

また、上記第2実施形態では、柱状部31を上部と下部とで同じ幅を有する長方形にしたが、本発明はこれに限らず、柱状部の上部の幅が、下部の幅よりも小さい形状にしてもよい。すなわち、図20に示す変形例のように、柱状部41の上部の幅が、下部の幅よりも小さくなるような先細り形状に形成してもよい。なお、このような先細り形状を有する柱状部41を形成する際には、柱状部41を上部と下部とが同じ幅で形成した後、その柱状部41をウェットエッチングま

たは等方性ドライエッチングすることによって、図 2 0 に示すようなテーパ形状（先細り形状）の柱状部 4 1 が形成される。なお、この場合、柱状部 4 1 の上部の先端部を尖らすようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

図 2 0 に示した第 2 実施形態の変形例では、上記のように、柱状部 4 1 の上部の幅を、下部の幅よりも小さくすることによって、隣接するマイクロレンズとしての SiN 膜 3 3 間の間隔を小さくすることができるので、その分、SiN 膜 3 3 の下に凸の表面の長さを長くすることができる。これにより、SiN 膜 3 3 の面積を大きくすることができるので、集光効率をより向上させることができる。

【 0 0 5 8 】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、光学レンズと固体撮像素子とを一体化した場合でも、高い集光能力を得ることが可能な固体撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態による固体撮像装置を示した概略斜視図である。

【図 2】

図 1 に示した第 1 実施形態による固体撮像装置の固体撮像素子周辺の断面図である。

【図 3】

図 1 に示した第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 4】

図 1 に示した第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 5】

図 1 に示した第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 6】

図 1 に示した第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 7】

図 1 に示した第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 8】

図 1 に示した第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 9】

図 1 に示した第 1 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための概略斜視図である。

【図 1 0】

本発明の第 2 実施形態による固体撮像装置の固体撮像素子周辺の断面図である。

【図 1 1】

図 1 0 に示した第 2 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 2】

図 1 0 に示した第 2 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 3】

図 1 0 に示した第 2 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 4】

図 1 0 に示した第 2 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための平面図である。

【図 1 5】

図 1 0 に示した第 2 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための

断面図である。

【図 1 6】

図 1 0 に示した第 2 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための平面図である。

【図 1 7】

図 1 0 に示した第 2 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 8】

図 1 0 に示した第 2 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 1 9】

図 1 0 に示した第 2 実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 2 0】

本発明の第 2 実施形態の変形例による固体撮像素子の断面図である。

【図 2 1】

従来の固体撮像装置の全体構成を示した概略図である。

【図 2 2】

図 2 0 に示した従来の固体撮像装置の固体撮像素子部の断面図である。

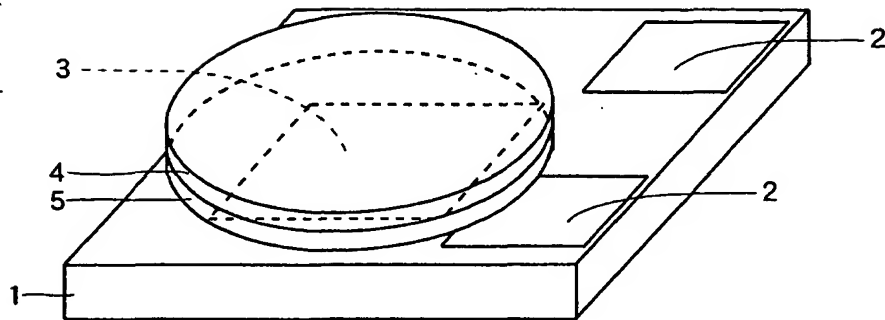
【符号の説明】

- 3、23 固体撮像素子
- 4、24 光学レンズ
- 5、25 樹脂層
- 7、27 受光部
- 11 SiN 膜（マイクロレンズ、第 1 の膜）
- 12 SiN 膜（マイクロレンズ、第 2 の膜）
- 13 レジスト
- 31、41 柱状部
- 32 SOG 膜（塗布膜、第 3 の膜）

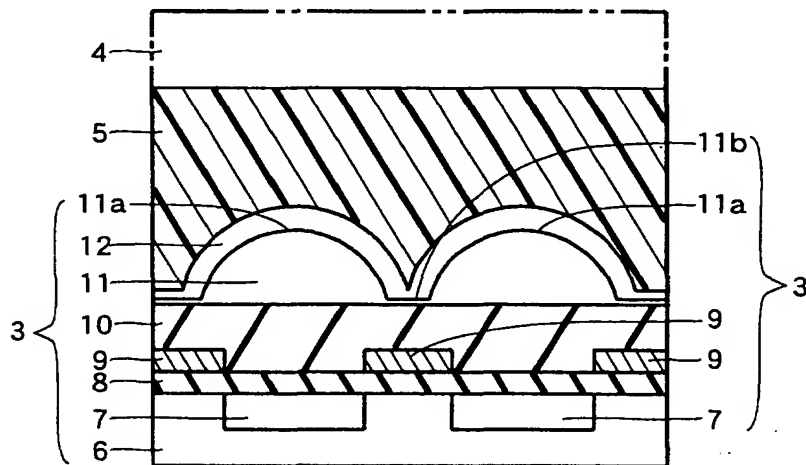
3 3 SiN膜（マイクロレンズ、第4の膜、レンズ膜）

【書類名】 図面

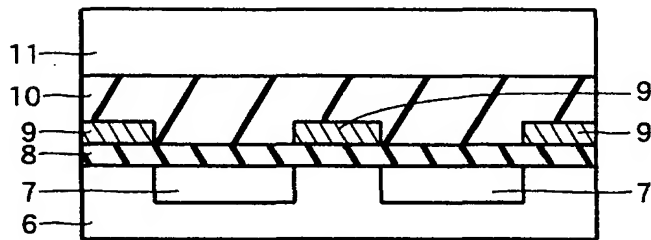
【図 1】



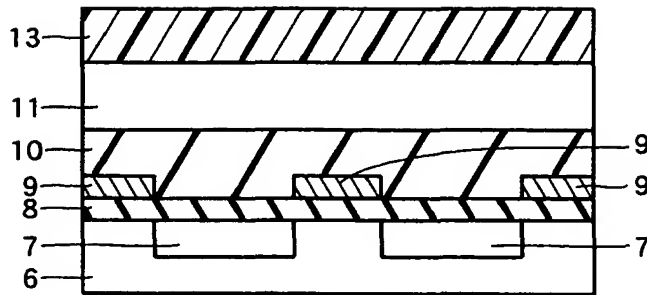
【図 2】



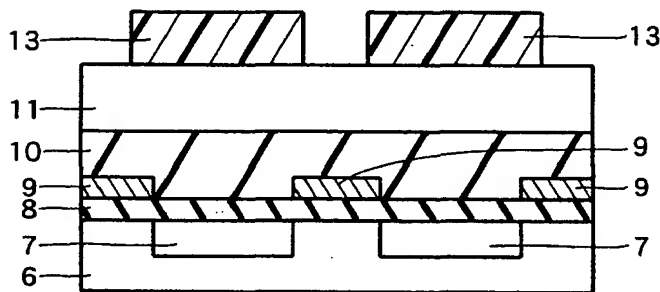
【図 3】



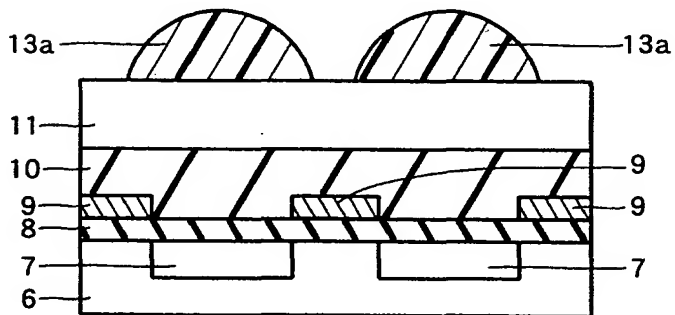
【図 4】



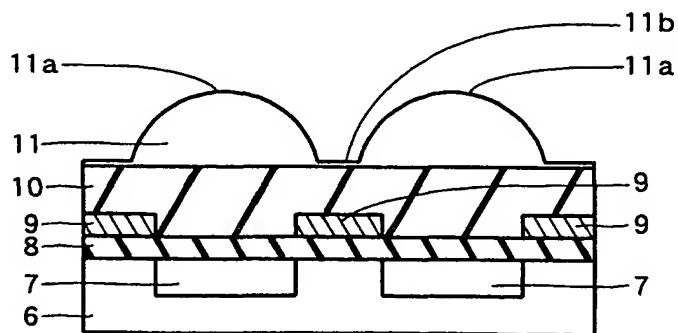
【図 5】



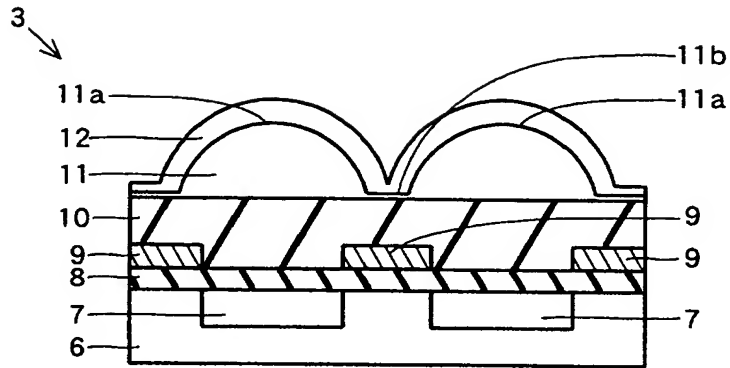
【図 6】



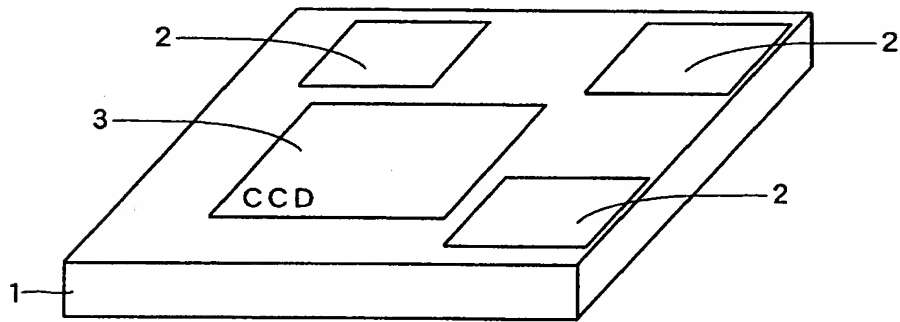
【図 7】



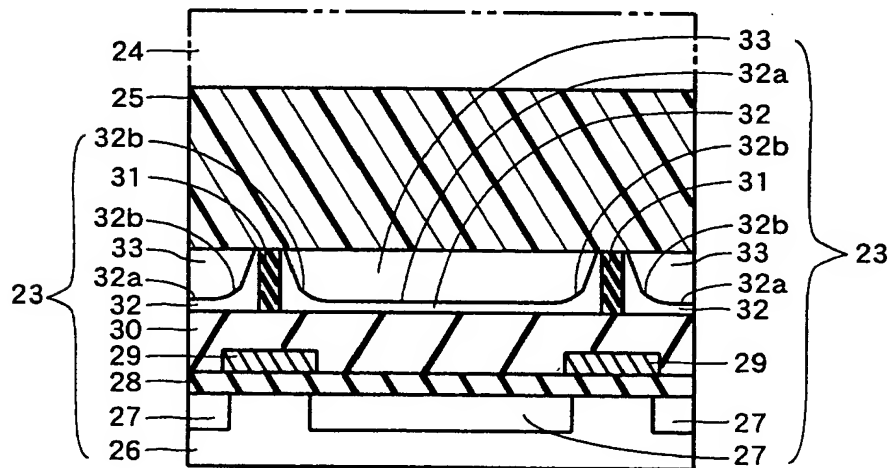
【図 8】



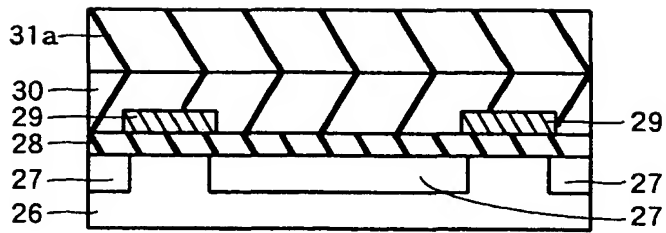
【図 9】



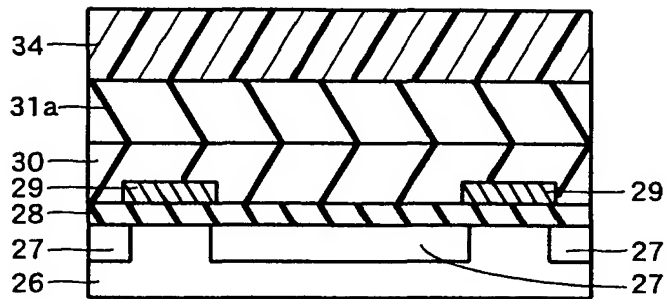
【図 10】



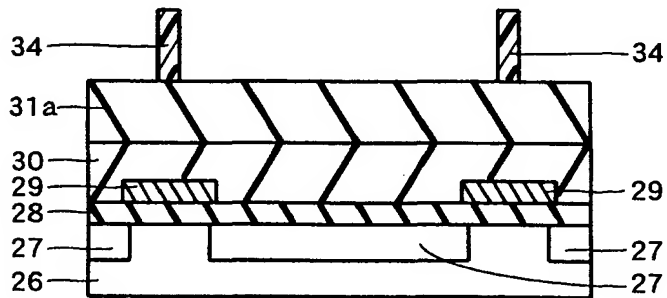
【図 1 1】



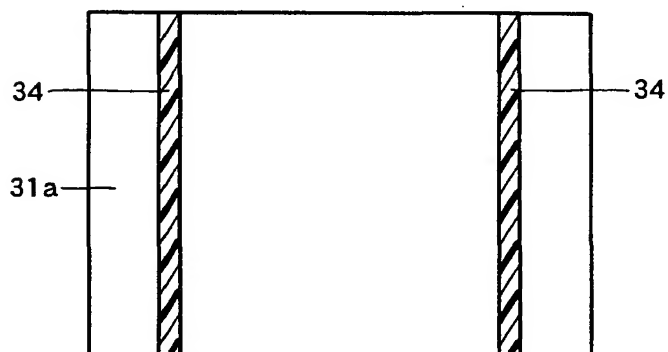
【図 1 2】



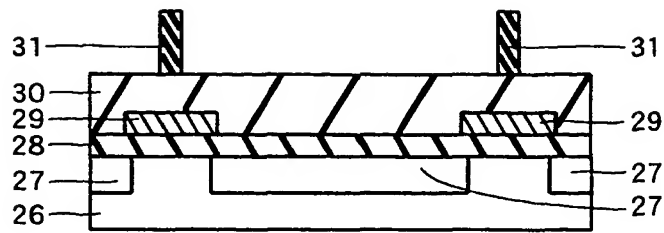
【図 1 3】



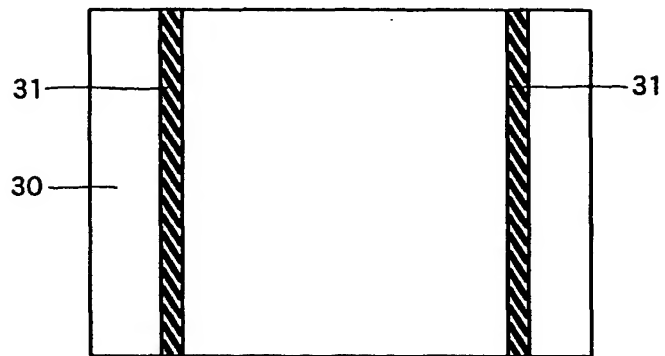
【図 1 4】



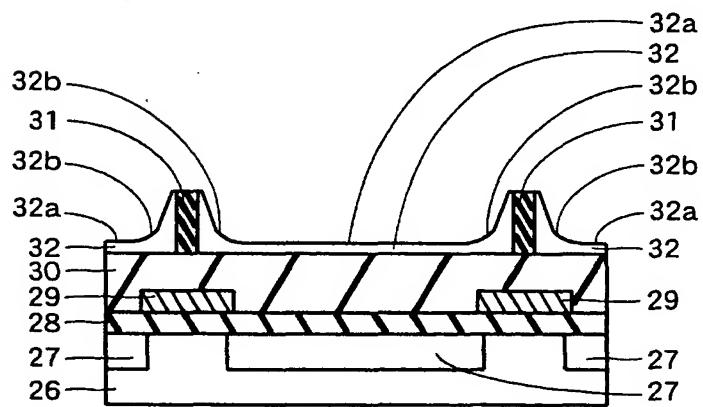
【図 1 5】



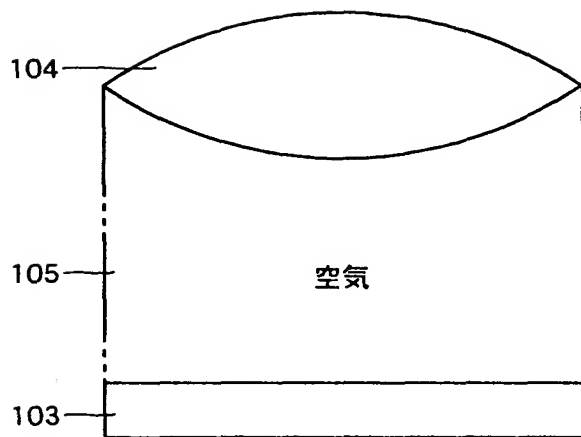
【図 1 6】



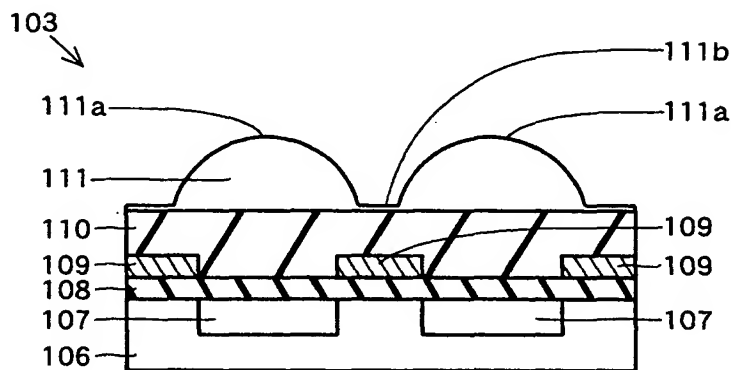
【図 1 7】



【図 2 1】



【図 2 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学レンズと固体撮像素子とを一体化した場合でも、高い集光能力を得ることが可能な固体撮像装置を提供する。

【解決手段】 この固体撮像装置は、光学レンズ4と、マイクロレンズとしてのSiN膜11および12を含む固体撮像素子3と、光学レンズ4と固体撮像素子3のマイクロレンズとしてのSiN膜12との間に形成され、光学レンズ4と固体撮像素子3とを接着するための樹脂層5とを備えている。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001889]

1. 変更年月日	1993年10月20日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
氏 名	三洋電機株式会社